

1/3

**Vertraulich!****ERFINDUNGSMELDUNG**

Bitte verschlossen weitersenden!

Aktenzeichen:

An  
OSRAM-OS

E 2000, 0254

Ich / Wir (Von- und Nachname des / der Erfinders) – weitere Angaben und Unterschrift(en) auf der letzten Seite

Datum der  
Ausfertigung:  
08.05.2000Dominik Eisert, Marianne Ortmann, Uwe Strauss, Johannes Baur, Johannes  
Völkl, Berthold Hahn, Michael Fehrer, Ulrich Zehnder, Volker Härlemelde(n) hiermit die auf den folgenden Seiten vollständig beschriebene Erfindung mit der  
Bezeichnung:

Leuchtdioden mit strukturiertem transparentem Substrat zur Lichtsteigerung und Strahlformung

## I. An Vorgesetzten des / der Erfinder(s)

Herrn / Frau Reimund Oberschmid OS SE 5

(Dienststelle)

mit der Bitte, die nachstehenden Fragen zu beantworten:

- a) Wann ging die Erfindungsmeldung bei Ihnen ein? \_\_\_\_\_ →
- b) Geht die Erfindung auf öffentlich geförderte Arbeiten zurück?
- ☒ nein
- ☐ ja, Projekt (Vorhaben): \_\_\_\_\_

c) Gibt es ein zugehöriges internes FuE-Projekt? Name: \_\_\_\_\_

d) Zur Entscheidung bzw. Empfehlung über Inanspruchnahme (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- ☒ Die Erfindung sollte unbeschränkt in Anspruch genommen werden.
- ☐ Die Erfindung kommt für eine Behandlung als Betriebsergebnis in Betracht.
- ☒ Die Erfindung kommt evtl. für Auslandsanmeldungen in Betracht.
- Länder: \_\_\_\_\_
- ☐ Die Erfindung wird voraussichtlich nicht benutzt.
- Bei Freigabe wäre aber ein Benutzungsrecht wünschenswert.
- ☐ Die Erfindung kann dem / der Erfinder(n) vorbehaltlos freigegeben werden.
- ☐ Die Erfindung betrifft nicht unser Interessengebiet. Es sind noch folgende  
Dienststellen zu befragen:

11.5.00 R. Oberschmid

(Datum)

(Unterschrift des Vorgesetzten)

Bitte wegen gesetzlicher Frist sofort weiterleiten an Osram OS IM!

## II.

An OSRAM OS IM, Dr. Nirschl, Rbg. W.  
zur weiteren VeranlassungKopie an OSRAM PAT  
Original an Kanzlei EppingEingang  
am:

16.5.00

Lfd. Nr.

335

Ansprech-  
partner:

Härle

EINGANG  
Epping Hermann & Fischer

19. Mai 2000

OS IM 10/99, erfnd

1. Welches technische Problem soll durch Ihre Erfindung gelöst werden?
2. Wie wurde dieses Problem bisher gelöst?  
Weltweiter Stand der Technik mit konkreter Angabe der Fundstelle oder Kopie der Unterlagen  
(Literatur, Patentschriften, Prospekte, Datenblätter)
3. In welcher Weise löst Ihre Erfindung das angegebene technische Problem? (geben Sie Vorteile an).
4. Worin liegt der erfinderische Schritt?
5. Ausführungsbeispiel(e) der Erfindung.

6. Zur weiteren Erläuterung sind als Anlagen beigelegt:
- ☒ Blatt der Darstellung eines oder mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung;
  - ☐ Blatt zusätzliche Beschreibungen (z. B. Laborberichte, Versuchsprotokolle);
  - ☐ Blatt sonstige Unterlagen;

## „Leuchtdioden mit strukturiertem transparentem Substrat zur Lichtsteigerung und Strahlformung“

### 1. Welches Problem soll durch Ihre Erfindung gelöst werden?

Mit Hilfe der Erfindung soll zum einen die Lichtausbeute von Leuchtdioden mit transparentem Substrat erhöht werden. Die Erfindung ist besonders auch dann anwendbar, wenn die Grundfläche des Leuchtchips gegenüber der normaler Leuchtdioden erhöht wird. Zum anderen kann gleichzeitig mit Hilfe der Erfindung das Strahlprofil der Leuchtdiode und damit die Strahlstärke verbessert werden und an die Bedürfnisse der Anwendung angepasst werden.

### 2. Wie wurde das Problem bislang gelöst?

Der Standardaufbau einer Leuchtdiode mit transparentem Substrat, auf die die Erfindung angewendet werden soll, ist in Fig. 1 dargestellt. Sie besteht zum einen aus einem transparenten Substrat, auf das eine aktive Schicht aufgebracht ist, die durch Strominjektion zum Leuchten angeregt werden kann. Die Leuchtschicht kann zum Beispiel aus Schichten aus dem Materialsystem (Al,Ga,In)N bestehen, das transparente Substrat aus Saphir oder SiC für Leuchtdioden im blauen und grünen Spektralbereich.

Das Licht, das in der aktiven Schicht entsteht, kann zum einen direkt aus der Leuchtschicht ausgekoppelt werden. Ein gewisser Teil tritt jedoch in das Substrat ein und wird von dort ausgekoppelt. Der Mechanismus der Auskopplung ist in Fig.2 skizziert, wie er für ein herkömmliches Bauelement mit einer GaN-Leuchtschicht und einem SiC-Substrat stattfindet. Die Brechungsindizes sind ungefähr  $n_A=2.5$  für die aktive Schicht,  $n_S=2.72$  für das Substrat, und es sollen betrachtet werden a) Chip in organischer Vergussmasse mit  $n_V=1.5$  und b) Chip in Luft mit  $n=1$ . Eine Auskopplung aus dem Substrat kann nur stattfinden, wenn das Licht unter einem Winkel abweichend vom Lot auf eine Fläche auftrifft, der den Grenzwinkel der Totalreflexion  $\phi_G$  nicht überschreiten darf. Dieser beträgt für den Fall SiC/Verguss  $\phi_G = 34^\circ$ , für SiC/Luft nur  $\phi_G = 22^\circ$ . Wie in der Skizze dargestellt, wird Licht, das nicht in den Kegel der Auskopplung fällt, in das Substrat zurück totalreflektiert. Aufgrund der rechtwinkligen Symmetrie des Würfels kann dieses Licht auch nach mehrmaliger Reflexion nicht ausgekoppelt werden.

Eine zweite wichtige Eigenschaft des Systems GaN/SiC ist, dass Licht wegen  $n_A < n_S$  beim Übergang von der aktiven Schicht ins Substrat zum Lot in gebrochen wird, so dass der minimale Eintrittswinkel  $\phi_E = 23^\circ$  beträgt. Dieser minimale Eintrittswinkel verhindert, dass aus dem unvergossenen Chip Licht über die Seitenflanken ausgekoppelt werden kann.

Es ist bekannt, dass es für eine effiziente Auskopplung vorteilhaft ist, wenn jeder Strahl senkrecht oder zumindest unter einem wenig vom Lot abweichenden Winkel auf die Grenzfläche auftrifft. Daraus ergibt sich eine kugelförmige Struktur der Leuchtdiode, wie sie in Fig. 3a) gezeigt ist. Da diese Struktur in einem Halbleiter schwierig zu realisieren ist, kann man die Kugelform auch durch Körper mit ebenen Begrenzungsflächen annähern. Dies kann z.B. einen Pyramidenstumpf ergeben, wie in Fig. 3b). Durch geeignete Wahl der Pyramidenwinkel kann ein toter Winkel vermieden werden (siehe z.B. W.N. Carr, „Photometric Figures of Merit for Semiconductor Luminescent Sources Operating in Spontaneous Mode“, Infrared Physics 6, pp. 1-19 (1965); Hewlett-Packard US5,087,949; Osram-Patentanmeldung P2000,0014)

3. In welcher Weise löst Ihre Erfindung das angegebene technische Problem?

Die im letzten Abschnitt beschriebenen Verfahren zur Erhöhung der Lichtextraktion beruhen darauf, dass die äußere Form, d.h. der Umriss des LED-Chips, verändert wird. Diese Änderung der Form kann aber Probleme verursachen, z.B. können automatische Verarbeitungsmaschinen Schwierigkeiten mit nichtrechtwinkligen Geometrien bei der Montage bekommen. Außerdem erfordern diese Verfahren ein gewisses Mindestverhältnis von Substrathöhe zu Chipgrundfläche, da der Gewinn durch die Strukturierung des Randes sonst zu gering ist im Vergleich zum Gesamtchip.

In dieser Erfindung wird deshalb vorgeschlagen, die Strukturierungsmaßnahmen zur Lichtsteigerung im inneren Bereich des Chips vorzunehmen. Ein Beispiel für diese Strukturierung ist in Fig. 4a) gezeigt, wo ein Graben in das Substrat einstrukturiert wurde. Zunächst ist der Vorteil dieser Struktur nicht offensichtlich, da das emittierte Licht nicht direkt auf die schrägen Flanken des Grabens auftreffen kann. In bezug auf die direkte Auskopplung hat diese Struktur also keinen Vorteil gegenüber dem kubischen Chip.

Dies ändert sich aber, wenn man Mehrfachreflexionen betrachtet. Licht, das an den geraden Außenflanken totalreflektiert wird, trifft auf die Grabenflanken in einem für die Auskopplung günstigen Winkel. Ist dies nach der ersten Reflexion nicht der Fall, kann es nach der zweiten oder weiteren Reflexionen an der Seitenflanke der Fall sein. Der Winkel des streifenden Einfalls ändert sich nämlich nach jeder Reflexion um die Neigung des Grabens  $\alpha$  (siehe Fig. 4b). Der Einfallswinkel wird also immer um einen Winkel  $\alpha$  größer, und der Strahl kann schließlich ausgekoppelt werden. Der Neigungswinkel  $\alpha$  sollte daher kleiner sein als der Grenzwinkel der Totalreflexion, damit der Auskoppelkegel auch für alle Einfallswinkel erreicht werden kann.

Da die Totalreflexion ohne Verluste stattfindet, tritt bei der Mehrfachreflexion keine Dämpfung auf bis auf die vergleichsweise geringe Volumenabsorption im Substrat.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung betrifft das Abstrahlverhalten der Leuchtdioden. Bei dem halbkugelförmigen Bauelement in Fig. 3a) ist offensichtlich, dass das Licht in einen großen Raumwinkelbereich hinein ausgekoppelt wird. Das gleiche gilt auch für das pyramidenförmige Bauelement, das einen großen Teil der Strahlung horizontal zur Seite emittiert. Für Anwendungen, z.B. für optische Displays oder Beleuchtungen, ist es aber oft wünschenswert, das Licht in einen begrenzten Raumwinkel zu emittieren. Dabei sind für herkömmliche Dioden Optiken mit hoher numerischer Apertur erforderlich, wie Kombinationen aus Spiegeln und Linsen.

Dagegen wird von der hier beschriebenen Diode das Licht bevorzugt in Vorwärtsrichtung abgestrahlt. Das Licht, das durch die Grabenflanken ausgekoppelt wird, hat nämlich bereits eine um den Neigungswinkel  $\alpha$  nach vorne geneigte Vorzugsrichtung. Licht, das stärker in die Horizontale emittiert wird, wird teilweise an der gegenüberliegenden Flanke nach vorne reflektiert, so dass sich insgesamt eine Bevorzugung der Vorwärtsstrahlung ergibt.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft für eine aktive Leuchtschicht, die sich auf einem transparenten Substrat befindet. Das sind z.B. Schichten aus Gruppe-III - Nitridverbindungen wie GaN oder (Ga,Al,In)N, die auf Saphir- oder SiC-Substraten aufgewachsen werden. Diese Substrate sind für das in der aktiven Schicht entstehende sichtbare Licht transparent. Auch für andere III/V-Halbleiter wie (Ga,In,Al)(P) auf GaP-Substraten oder II/VI-Halbleiter wie (Zn,Cd)Se auf ZnSe treffen die Voraussetzungen zu. Dabei muss die hier als Substrat

bezeichnete transparente Schicht nicht notwendigerweise das bei der Kristallzucht verwendete Substrat sein. Vielmehr können opaque Substrate nach dem Kristallwachstum durch Schichten ersetzt werden, die optisch günstigere Eigenschaften aufweisen, z.B. ZnO, Quarz-Glas, Diamant, GaP oder ähnliche. Dies kann unter anderem mit Hilfe von Waferbonding-Verfahren durchgeführt werden.

Zur Herstellung der Struktur mit einer Vertiefung im Zentrum des Substrats lassen sich verschiedene Verfahren anwenden. Mit Hilfe von Sägeverfahren lassen sich z.B. Spuren mit dem gewünschten Profil in das Substrat übertragen, wenn entsprechend geformte Sägeblätter verwendet werden. Die resultierenden Chip-Formen bei einer einfachen bzw. einer gekreuzten Sägespur sind in Fig. 5 und Fig. 6 gezeigt.

Chips mit einer isolierten Vertiefung wie in Fig. 7 lassen sich durch Lithographie und Ätzverfahren oder z.B. Laserablation erzeugen.

Die Strukturierung kann sowohl vor als auch nach dem Kristallwachstum in das Substrat eingebracht werden. Ebenfalls ist es möglich, vorstrukturierte Fensterschichten aufzubondern.

Wie bereits oben erwähnt, ist die Erfindung auch von Vorteil, wenn die Grundfläche des Chips vergrößert wird, während die Substrathöhe gleich bleibt. Diese Skalierung ist von Interesse, wenn Leuchtdioden in Zukunft auch für lichtstarke Anwendungen wie Beleuchtung oder Anzeigen im Außenbereich eingesetzt werden sollen. Dann müssen die Leuchtdioden großflächiger werden, um die entstehende Verlustwärme besser abführen zu können. Die Strukturierung, die zur Verbesserung der Anskoppeleffizienz notwendig ist, lässt sich dann beliebig nebeneinander anordnen. Dadurch ändern sich die Eigenschaften des Bauelements nicht, wenn dessen Fläche vergrößert wird. Ausführungsbeispiele für solche großflächigen Chips sind in Fig. 8 und Fig. 9 gezeigt. Die Strukturierung lässt sich großflächig wiederum mit Hilfe eines Sägeverfahrens herstellen, oder durch Ätzen oder andere Verfahren.

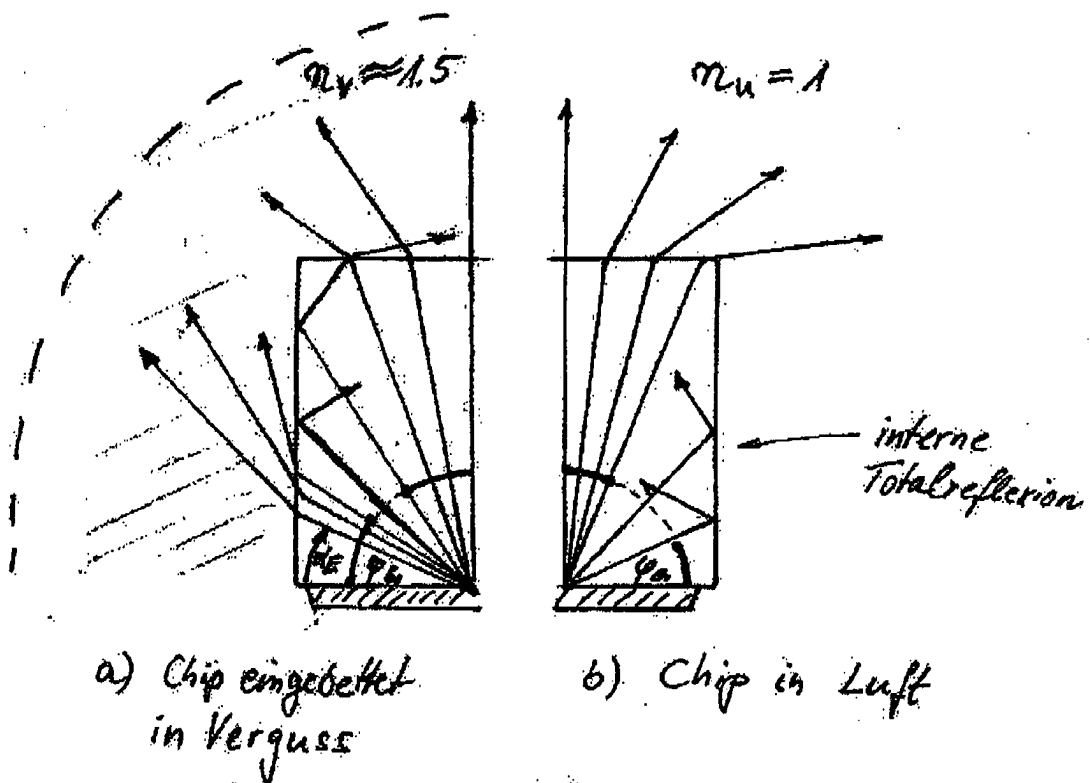
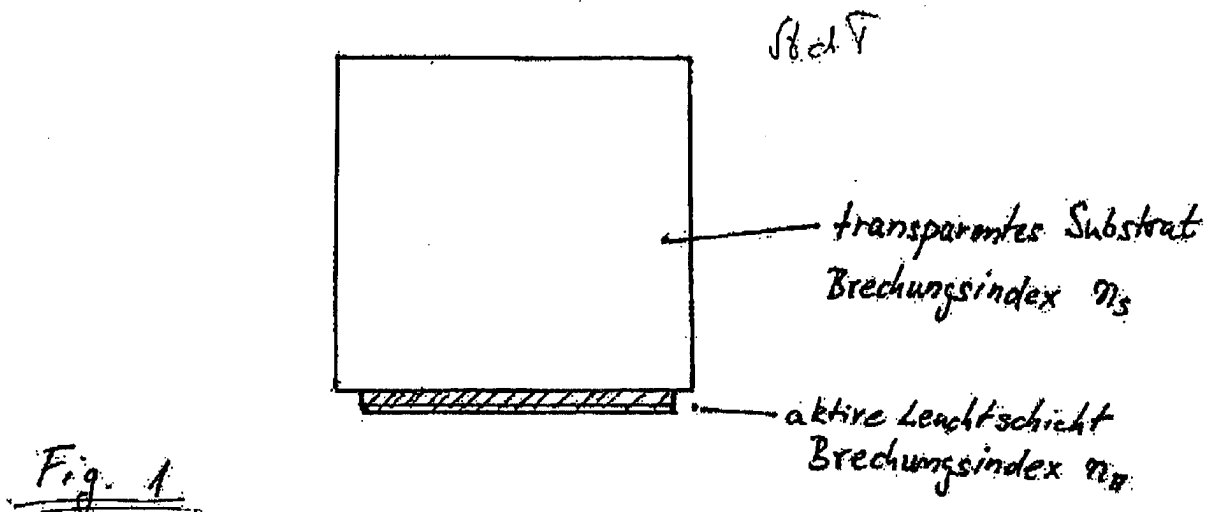
Wichtig ist bei diesen großflächigen Chips, dass eine gute Stromzuführung von den Stromeinspeisestellen zu allen Bereichen des Chips gewährleistet ist. Durch die Gräben oder Löcher ergeben sich Stromeinschnürungen und damit ein Spannungsabfall über den Chip. Bei einem Substrat, das nicht besonders gut leitfähig ist, kann es daher notwendig sein, mittels Metallkontakten den Strom über die Chipoberfläche zu den einzelnen Bereichen zu leiten.

Den möglichen Nutzen erfindungsgemäßer LED-Chips für den Einsatz in Bauformen zeigen Fig. 10 - 13. In Fig. 10 ist ein konventioneller Chip in einem herkömmlichen Gehäuse gezeigt. Um auch das Licht zu nutzen, das seitlich aus dem Chip emittiert wird, ist der Chip in einem Reflektor montiert. Die Form des Reflektors muss auf die Abstrahlcharakteristik des Chips abgestimmt sein. Dadurch ist entweder die Größe des Chips beschränkt oder die Bauform muss im Vergleich viel größer sein als der Chip. Strahlt dagegen der Chip hauptsächlich in Vorwärtsrichtung ab, kann auf einen Reflektor verzichtet werden und der Chip kann z.B. auf einer guten Wärmesenke zur Abführung der Verlustwärme montiert werden wie in Fig. 11 gezeigt.

Ebenfalls sind Anwendungen denkbar, die ein spezielles Strahlprofil erfordern, z.B. um zwei bestimmte Bereiche bevorzugt auszuleuchten. Dies könnte mit erfindungsgemäßen Chips einfach erreicht werden, indem wie in Fig. 12 gezeigt Chips auf eine Oberfläche mit unterschiedlicher Neigung montiert werden. Bei herkömmlichen Chips müssten dafür viele einzelne LEDs montiert werden, was bei beschränktem Platz kritisch sein kann.

**Ansprüche der Erfindung:**

- Leuchtdiode mit transparentem Substrat
- Leuchtdioden, die aus (Ga,Al,In)N-Schichten auf SiC oder Saphir bestehen, oder (In,Ga,Al,P)(As,P) Leuchtdioden auf GaP-Substraten.
- Leuchtdioden, bei denen das bei der Kristallzucht verwendete Substrat durch eine andere transparente Fensterschicht ersetzt wurden, z.B. durch Waferbonding. So kann z.B. SiC durch ZnO, Quarz, Diamant oder ähnliches ersetzt werden, oder GaAs durch GaP.
- Strukturierung des Substrates von der Rückseite her, wobei die Strukturen Gräben oder Löcher sein können. Der Umriss des Chips bleibt im wesentlichen erhalten.
- Strukturierung des Substrats entweder vor oder nach dem Aufbringen der Leuchtschicht.
- Einsatz der Strukturierung für Großflächenchips, wobei die Chipgrundfläche deutlich größer als die Substrathöhe sein kann.
- Einsatz dieser Chips in Anwendungen mit Bedarf an hoher Lichtstärke, bei gleichzeitiger Vereinfachung der externen optischen Elemente.



$\alpha_E$  : minimaler Eintrittswinkel

$\phi_a$  : Grenzwinkel der Totalreflexion

Fig. 2

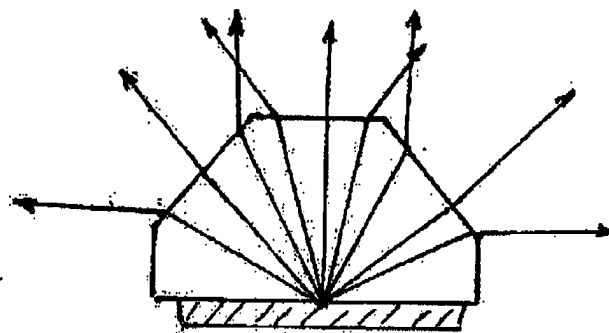
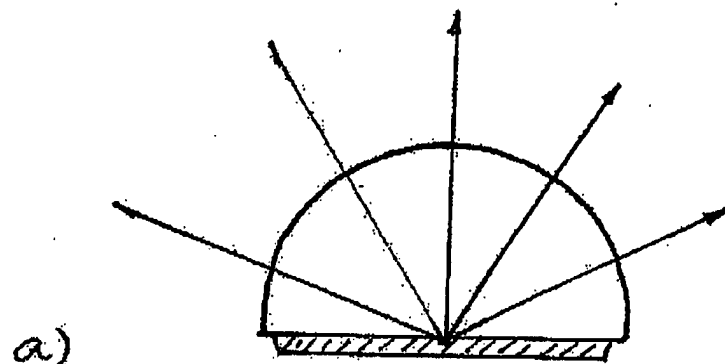
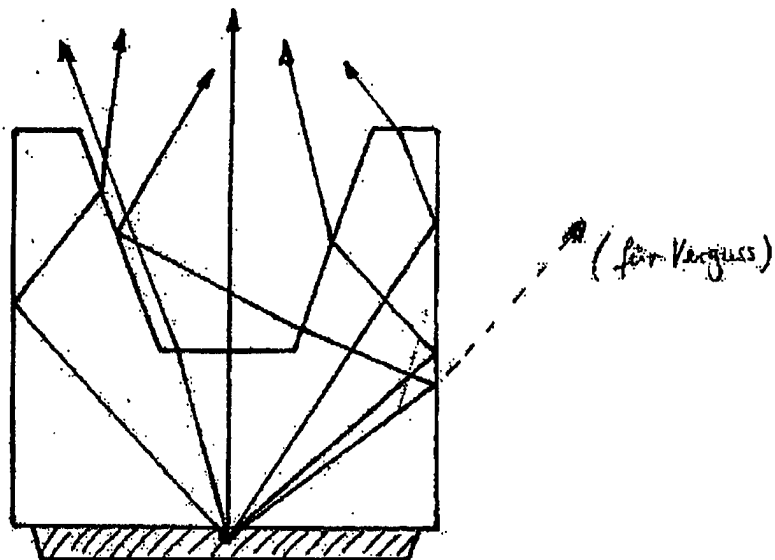


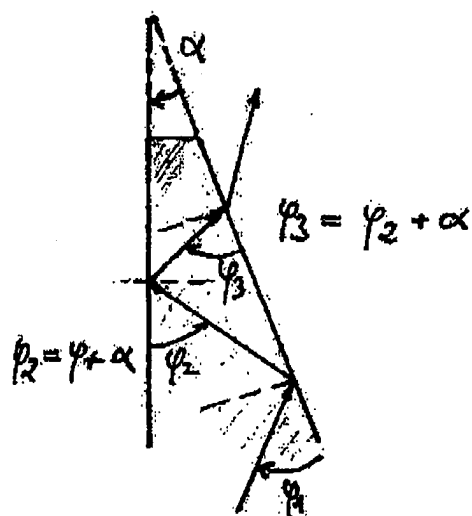
Fig. 3

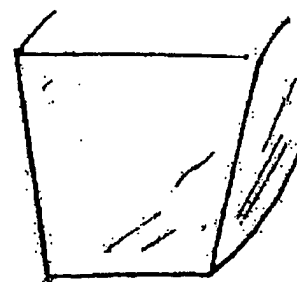
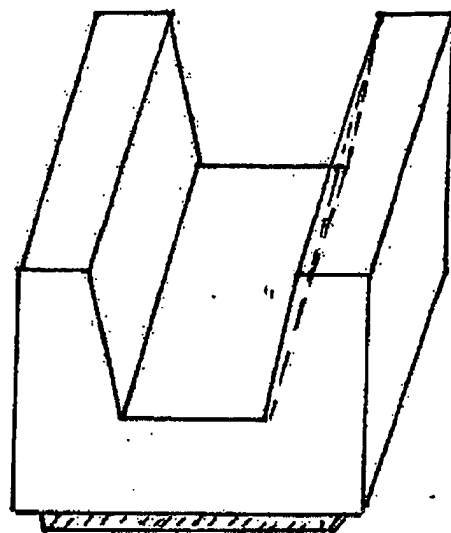


a)



b)

Fig 4



Sage Blatt

Fig. 5

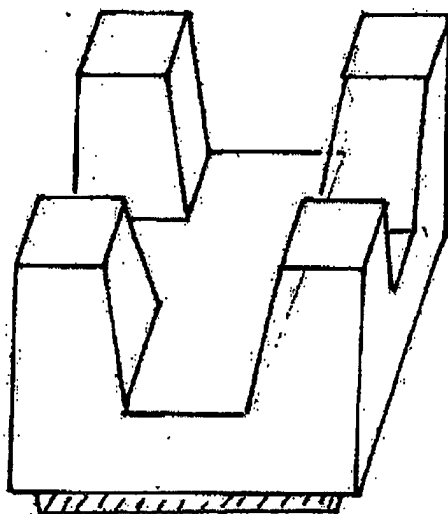


Fig. 6

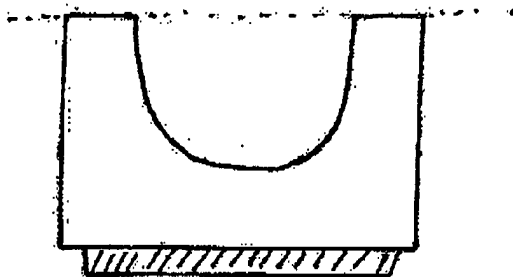
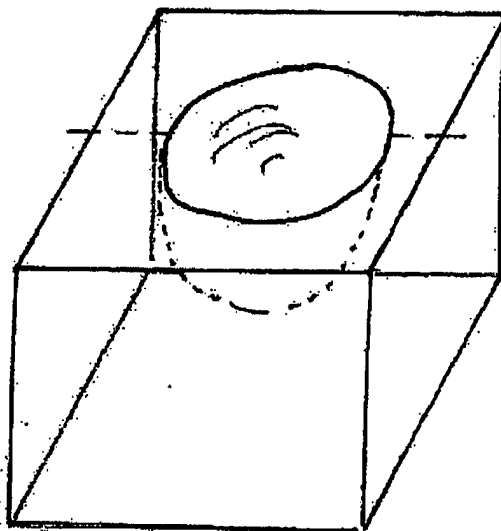
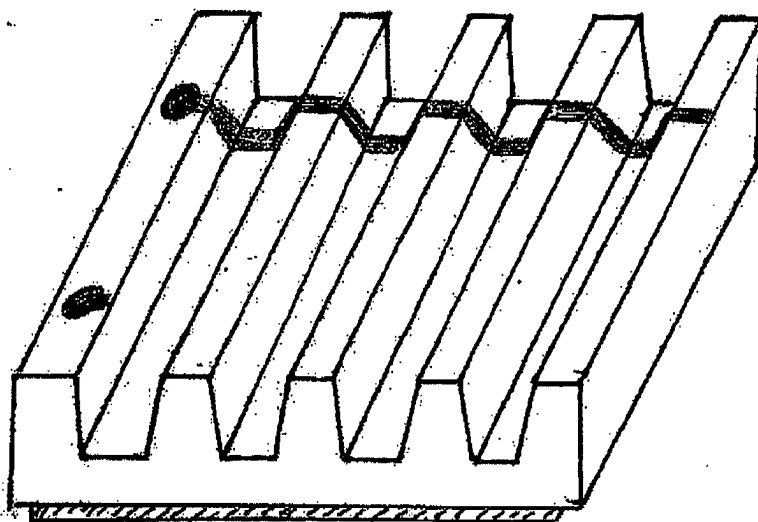
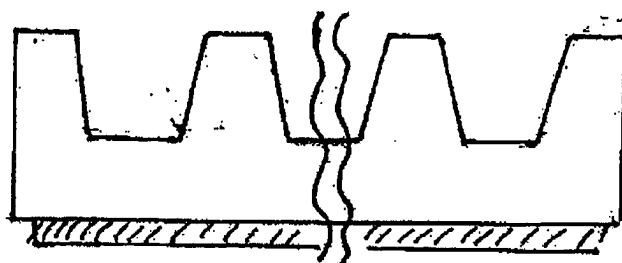
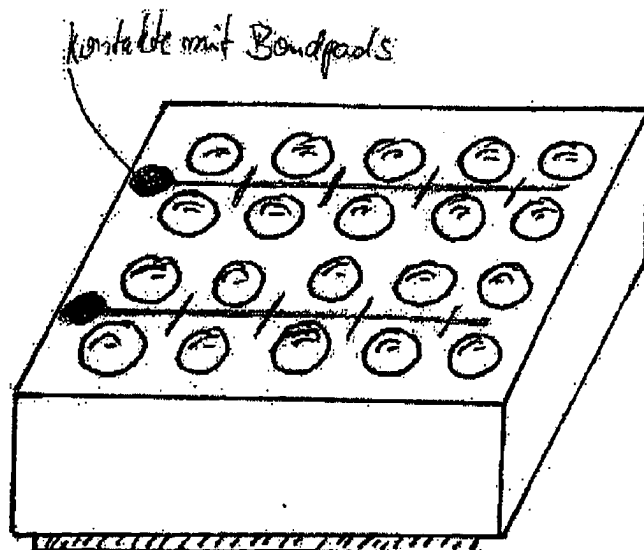
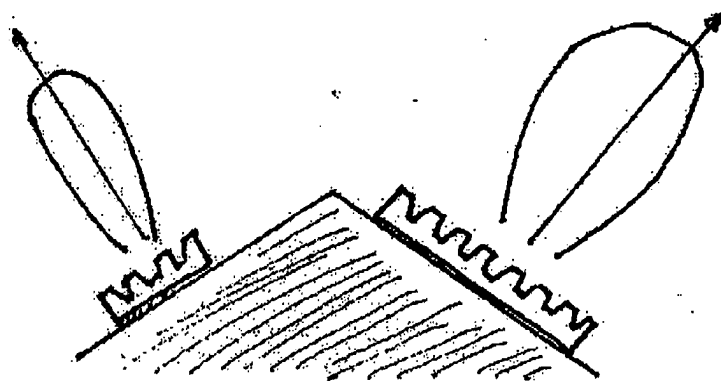
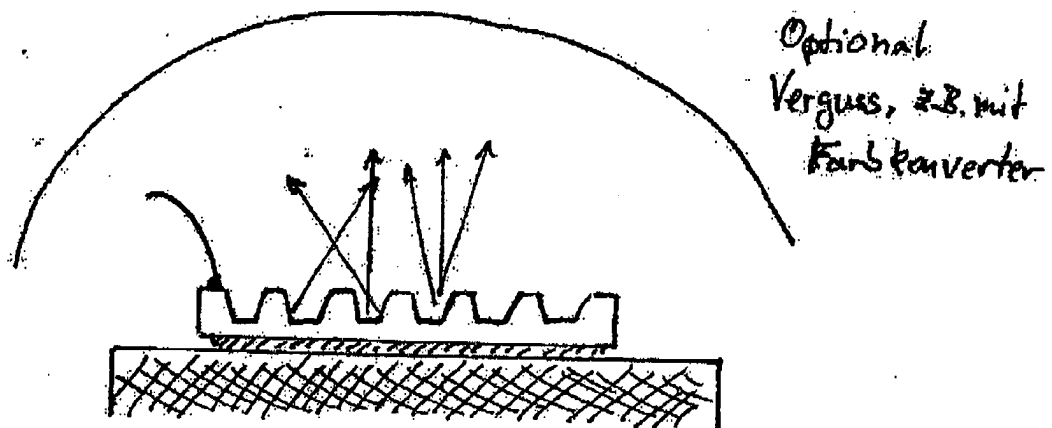
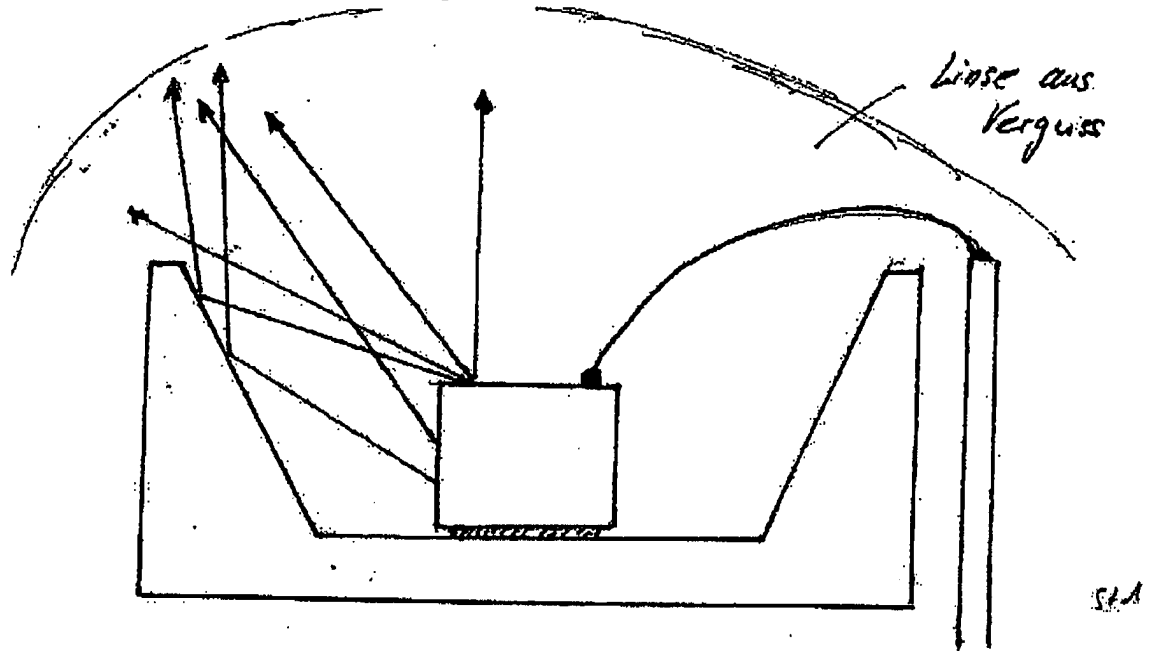


Fig. 7

Fig. 8Fig. 9



**CERTIFICATION**

I, the below named translator, hereby declare that: my name and post office address are as stated below; that I am knowledgeable in the English and German languages, and that I believe that the attached text is a true and complete translation of the enclosed Invention Disclosure.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Hollywood, Florida



---

Christine Kahl

December 22, 2004

Lerner & Greenberg, P.A.  
P.O. 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel.: (954) 925-1100  
Fax.: (954) 925-1101

**2/3****File Number**

---

1. What technical problem is to be solved with your invention?
2. How has this problem been solved until now?  
Worldwide state of the art with concrete citation or copies of the documents (literature, patents, brochures, data sheets)
3. How does your invention solve the indicated technical problem (please list advantages)
4. What is the inventive step?
5. Exemplary embodiment(s) of the invention.
  
6. For further explanation, enclosed are:  
11 sheet of the illustration of one or a plurality of exemplary embodiments of the invention;  
sheet additional description (for example laboratory reports, test protocols);  
sheet of other documentation:

**"Light-Emitting Diodes with Structured Transparent Substrate for Light Increase and Ray Formation"**

1. What problem is to be solved with your invention?

On the one hand, with the help of the invention, the luminous efficiency of light-emitting diodes with transparent substrate is to be increased. The invention can be used, in particular, if the area of the light-emitting chip is increased as compared to the normal light-emitting diodes. On the other hand, with the help of the invention, the beam profile of the light-emitting diode and thus the beam strength can be improved at the same time and adapted to the requirements of its use.

2. How has this problem been solved until now?

The standard assembly of a light-emitting diode with transparent substrate, for which the invention is to be used, is illustrated in Fig. 1. On the one hand, it consists of a transparent substrate, onto which an active layer is applied, which can be actuated to glow by means of the injection of current. The light-emitting layer can be comprised, for example of layers from the material system (Al,Ga,In)N, the transparent system can be comprised of sapphire or SiC for light-emitting diodes in the blue or green spectral range.

The light which is created in the active layer, can be uncoupled out directly from the light-emitting layer, on the one hand. A certain portion, however, enters into the substrate and is uncoupled from there. The mechanism of uncoupling is illustrated in Fig. 2, such as it takes place for a common component with a GaN-light-emitting layer and a SiC-substrate. The calculation indications are approximately  $n_A=2.5$  for the active layer,  $n_S=2.72$  for the substrate, and to be considered are a) chip in organic compound with  $n_V=1.5$  and b) chip in air with  $n=1$ . An uncoupling from the substrate can take place only if the light appears on a surface below an angle which deviates from the plumb, which may not exceed the critical angle of the total reflection  $\phi_G$ . It is  $\phi_G=34^\circ$  for the case of SiC/compound, it is only  $\phi_G=22^\circ$  for SiC/air. As is illustrated in the sketch, the light, which does not fall within the cone of the uncoupling, is completely reflected back into the substrate. Due to the rectangular symmetry of the cube, this light cannot be uncoupled, even after repeated reflection. A second important characteristic of the system GaN/SiC is that due to  $n_A < n_S$  during the transmission from the active layer into the substrate, this light is broken to the plumb so that the minimum entrance angle  $\phi_E=23^\circ$ . This minimum entry angle prevents that light can be uncoupled via the side edges from the unmolded chip.

It is known that it is advantageous for an efficient uncoupling, if each beam hits the interface vertically or at least at an angle which only slightly deviates from the plumb. This results in a spherical structure of the light-emitting diode, as it is illustrated in Fig. 3a). Due to the fact that it is not easy to realize this structure in a semiconductor, the sphere can also be approximated by bodies with plane boundary areas. This can result, for example, in a pyramid stump, as in Fig. 3b). By suitably selecting the pyramid angle, a blind angle can be avoided (see, for example, W.N. Carr, "Photometric Figures of Merit for Semiconductor Luminescent Sources Operating in Spontaneous Mode," Infrared Physics 6, pp. 1-19 (1965); Hewlett-Packard U.S. 5,087,949; Osram patent application P2000,0014).



3. How does your invention solve the indicated technical problem?

The method for increasing the light extraction described in the last paragraph, are based on that the outer form, i.e. the contour of the LED chip, is changed. This change of the form, however, can cause problems, for example, automatic processing machines might develop difficulties with non-rectangular geometries during the assembly. Furthermore, these methods require a certain minimum ratio of substrate height to chip area, because, in comparison to the entire chip, the gain due the structuring of the edge would otherwise be too small.

This invention thus proposes to carry out the structuring measures for increasing the light in the interior of the chip. An example for this structuring is shown in Fig. 4a), where a trench has been structured into the substrate. Initially, the advantage of this structure is not obvious because the emitting light cannot directly hit the oblique sides of the trench. With reference to the direct uncoupling, this structure thus does not have an advantage over the cubic chip.

However, this changes if one considers a multiple reflection. Light which is completely reflected on the straight outer sides, hits the trench sides at an angle that is advantageous for the uncoupling. If this is not the case after the first reflection, it can be the case after the second or further reflection on the side. This is so because the angle of the stiffening incidence changes after each reflection by the inclination of the trench  $\alpha$  (see Fig. 4b). The angle of incidence thus always increases by an angle  $\alpha$  and the beam can finally be uncoupled. The angle of inclination  $\alpha$  should thus be smaller than the critical angle of the total reflection, so that the uncoupling cone can also be achieved for all angles of incidence.

Due to the fact that the total reflection takes place without losses, an attenuation does not take place during the multiple reflection, except for the comparatively small volume absorption in the substrate.

A further advantage of the invention pertains to the radiant emittance of the light-emitting diodes. In the hemispherical component in Fig. 3a it is obvious that the light is uncoupled into a large solid angle area. The same also holds true for the pyramid-shaped component which emits a large portion of the radiation horizontally to the side. For uses, such as for optical displays or illuminations, however, it is often desirable to emit the light into a limited solid angle. For common diodes, optics with a high numeric aperture are necessary, such as combinations of mirrors and lenses. Contrary thereto, the diode described herein deflects the light preferably in forward direction. This is so because the light which is uncoupled by the trench sides, already has a preferential direction which is tilted forward by an angle of inclination  $\alpha$ . Light, which is more strongly emitted into the horizontal, is reflected forward partly on the opposite sides, so that the result is a preference of forward radiation.

Exemplary embodiments:

The invention is particularly advantageous for an active illuminated layer, which is located on a transparent substrate. These are, for example, layers of group III-nitride connections, such as GaN or (Ga,Al,In)N, which are grown on sapphire or SiC-substrates. These substrates are transparent for the visible light which is created in the active layer. The conditions also pertain to other III/V-semiconductors such as (Ga,In,Al)(P) on GaP-substrates or II/VI-semiconductors, such as (Zn,Cd)Se on ZnSe. The transparent layer characterized here as transparent layer must not

necessarily be the substrate used in the growing of crystals. Instead, after the growing of crystals, opaque substrates can be replaced by layers, which have optically advantageous characteristics, for example, ZnO, quartz glass, diamond, GaP, or the like. This can be done, for example, with the help of wafer bonding methods.

In order to fabricate the structure with a recess in the center of the substrate, different methods can be used. With the help of sawing methods, traces, for example, with the desired profile can be transferred into the substrate, if correspondingly formed saw blades are used. The resulting chip forms in a simple or a crossed saw track are shown in Figs. 5 and 6.

Chips with an insulated recess, such as in Fig. 7, can be fabricated by lithography and etching processes or, for example laser ablation.

The structuring can be introduced into the substrate prior to or after the growing of crystals. It is also possible to bond pre-structured window layers.

As already mentioned above, the invention is also advantageous, if the area of the chip is increased, while the substrate height remains the same. This scaling is of interest, if light-emitting diodes are to be used in the future for light-intense uses, such as illumination or displays in external areas. The light-emitting diodes must then become more extensive, in order to be able to draw off the heat loss which is generated. The structuring, which is necessary for improving the uncoupling efficiency, can then be disposed next to each other in any way. This does not change the characteristics of the component, if its area is increased. Exemplary embodiments for such large-area chips are shown in Figs. 8 and 9. The structuring, in turn, can be provided for a large area with the help of a sawing process or by etching, or other processes.

For these large-area chips it is important that a good electricity supply from the electricity infeed locations to all areas of the chip is ensured. The trenches or holes result in electricity contractions and thus to a voltage drop above the chip. In a substrate, which is not particularly conductible, it can therefore be necessary to conduct the electricity via the chip surfaces to the individual areas by means of metal contacts.

The possible use of LED chips according to the invention for the use in components are shown in Figs. 10-13. In Fig. 10, a conventional chip is shown in a common housing. In order to be able to also use the light, which is laterally emitted from the chip, the chip is assembled in a reflector. The form of the reflector must be adjusted to the radiation characteristic of the chip. This either limits the size of the chip or that component must be much larger than the chip, in comparison. However, if the chip mainly radiates in forward direction, a reflector is not necessary and the chip can, for example, be assembled on a good heat sink for leading off the heat loss, as is shown in Fig. 11.

Uses which require a specific radiation profile, such as to illuminate two certain areas, are also possible. This could be achieved in a simple manner with the chips according to the invention, in that, as is shown in Fig. 12, chips are assembled on a surface with different inclinations. In common chips, many individual LEDs would have to be assembled, which can be critical when space is limited.

Claims of the Invention:

- Light-emitting diodes with transparent substrate
- Light-emitting diodes which consist of (Ga,Al,In)N-layers on SiC or sapphire, or (In,Ga,Al,P)(As,P) light-emitting diodes on GaP-substrates.
- Light-emitting diodes, where the substrate used for the growing of crystals have been replaced by a different transparent window layer, for example, by means of wafer bonding. SiC can, for example, be replaced by ZnO, quartz, diamond, or the like, or GaAs can be replaced by GaP.
- Structuring of the substrate from the back side, whereby the structures can be trenches or holes. The outline of the chip essentially remains.
- Structuring of the substrate either prior to or after the application of the light-emitting layer.
- Use of the structuring for large-area chips, whereby the chip area can clearly be greater than the substrate height.
- The use of these chips in applications with the necessity of a high light-intensity, with a simultaneous simplification of the external optical elements.